

CONTROL UNIT FOR LINEAR MOTOR DRIVEN RECIPROCATING MECHANISM

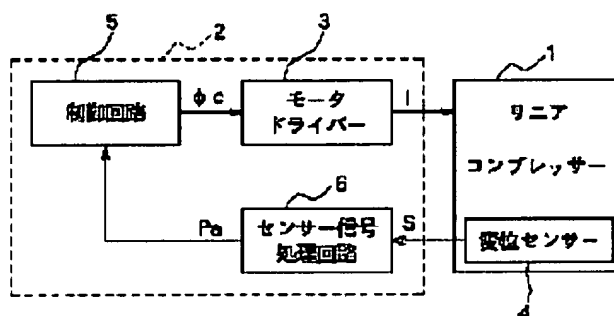
Patent number: JP11336661
Publication date: 1999-12-07
Inventor: MATSUMURA SHINICHI
Applicant: SANYO ELECTRIC CO
Classification:
- international: F04B35/04
- european:
Application number: JP19980141241 19980522
Priority number(s): JP19980141241 19980522

Report a data error here

Abstract of JP11336661

PROBLEM TO BE SOLVED: To perform the positional control of a piston in an accurate manner by realizing a higher accurate displacement measurement than the resolution of a displacement sensor itself to be equipped with for measuring the piston's displacement, in the driving control unit of a linear compressor with a built-in linear motor.

SOLUTION: In this driving control unit 2, a sinusoidal peak point when making it approximate to time variation in the displacement of a piston by a sine wave, is derived from discrete positional data to be securable on the basis of detection by a displacement sensor 4, whereby the peak point is detected as a top dead point of the piston, and thus a linear motor is controlled according to a position of the detected top dead point.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-336661

(43) 公開日 平成11年(1999)12月7日

(51) Int.Cl.⁶

F 0 4 B 35/04

識別記号

F I

F 0 4 B 35/04

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平10-141241

(22) 出願日 平成10年(1998)5月22日

(71) 出願人 000001889

三洋電機株式会社

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号

(72) 発明者 松村 新一

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三

洋電機株式会社内

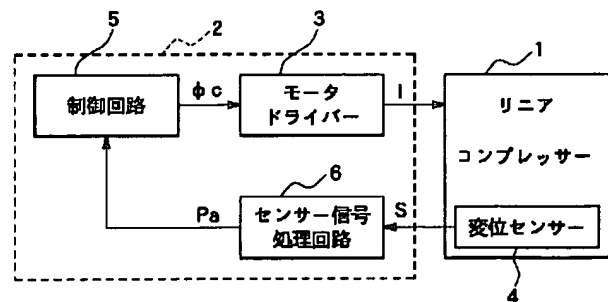
(74) 代理人 弁理士 西岡 伸泰

(54) 【発明の名称】 リニアモータ駆動往復機構の制御装置

(57) 【要約】

【課題】 リニアモータを内蔵するリニアコンプレッサー1の駆動制御装置2において、ピストンの変位を測定するために装備されている変位センサー4自体の分解能よりも高精度の変位測定を実現し、ピストンを精度良く位置制御する。

【解決手段】 本発明に係る駆動制御装置2においては、変位センサー4による検知に基づいて得られる離散位置データから、ピストンの変位の時間的変動を正弦波で近似したときの正弦波のピーク点を導出して、該ピーク点をピストンの上死点として検知し、検知された上死点の位置に応じてリニアモータを制御する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 リニアモータによって往復出力部を往復駆動する往復機構の制御装置において、往復出力部の変位を検知して該変位を離散位置データとして出力する変位検出器と、変位検出器から出力される離散位置データに基づいて往復出力部の上死点を検知する上死点検知手段と、検知された上死点に応じてリニアモータを制御するモータ制御手段とを具え、上死点検知手段は、変位検出器から出力される離散位置データに基づいて、往復出力部の変位の時間的変動を正弦波で近似したときの正弦波のピーク点を導出し、該ピーク点を往復出力部の上死点として検知することを特徴とするリニアモータ駆動往復機構の制御装置。

【請求項2】 変位検出器は、往復出力部が所定の原点位置を通過する時点の離散位置データを零基準値として出力し、上死点検知手段は、変位検出器から出力される離散位置データが、零基準値を負側から正側へクロスした後、再度、零基準値を負側から正側へクロスするまでの期間内で、離散位置データが所定の基準変位値を越えているかどうかを判断して、該基準変位値を超える離散位置データの個数を計数し、該計数値に基づいて、前記正弦波のピーク点を算出する請求項1に記載のリニアモータ駆動往復機構の制御装置。

【請求項3】 上死点検知手段は、基準変位値 Std_ST 、離散位置データの出力周期 $Samp_T$ 、正弦波の周波数 $Freq$ 、及び離散位置データの計数値 k に基づいて、下記数1によって、前記正弦波のピーク点における変位 Max_ST を算出する請求項2に記載のリニアモータ駆動往復機構の制御装置。

【数1】 $Max_ST = Std_ST / \sin(\pi / 2 - Samp_T \cdot \pi \cdot Freq \cdot k)$

【請求項4】 上死点検知手段は、前記期間内における離散位置データの最大値が、前記基準変位値を下回っているときは、該最大値を往復出力部の上死点として検知する請求項2又は請求項3に記載のリニアモータ駆動往復機構の制御装置。

【請求項5】 変位検出器は、N極とS極が交互に着磁されたマグネット板に対し、磁気抵抗効果型素子を対向させて構成されるMRセンサーである請求項1乃至請求項4の何れかに記載のリニアモータ駆動往復機構の制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、リニアコンプレッサの如くリニアモータを駆動源とする往復機構の制御装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 近年、冷蔵庫の如き冷却装置においては、膨張した冷媒ガスを圧縮する装置として、リニアモ

ータによってシリンダー内でピストンを往復駆動してガス圧縮を行なうリニアコンプレッサの開発が進められている(例えば特願平8-268446号)。

【0003】 リニアコンプレッサにおいては、ピストンが上死点に達したときのピストンヘッドとシリンダー上壁の間隙(トップクリアランス)が小さい程、高い体積効率が得られるので、例えばトップクリアランスが $100\mu m$ となる様、リニアモータの制御が行なわれる。リニアモータの制御においては、ピストンの変位を測定し、該測定値に基づいてピストンの上死点を検知し、検知された上死点が目標の上死点に近づく様、フィードバック制御が行なわれる。

【0004】 ここで、ピストンの変位を精度良く測定するために、レーザ変位計や差動トランスの如く変位に応じて連続的なセンサー信号が得られる変位センサーを採用することが可能であるが、この様な変位センサーは小型化が困難であり、リニアコンプレッサに内蔵した場合、大型化を招くため、MRセンサーの如く小型の変位センサーの採用が検討されている。MRセンサーは、磁気抵抗効果型素子(MR素子)と、N極とS極が交互に着磁されたマグネット板から構成され(例えば、平成7年電気学会全国大会「磁気抵抗(MR)素子とセンサ」参照)、MR素子がマグネット板と対向して一方向に移動する過程で、正弦波のセンサー信号を出力するものである。従って、該センサー信号を方形波に変換し、該方形波をカウントすることによって、変位を測定することが出来る。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、MRセンサーを用いた変位の測定においては、マグネット板の着磁ピッチによって分解能が決定されるが、分解能の小さなセンサーでは、MR素子とマグネット板との間のギャップを小さく設定する必要があるため、分解能の細かさの設定には限界がある。従って、MRセンサーをリニアコンプレッサに装備して、ピストンの変位を測定し、該測定データに基づいてリニアモータの制御を行なう場合、MRセンサーの分解能よりも高い精度の位置制御を行なうことが出来ない。上述の理由から、例えば $100\mu m$ の分解能を有する変位センサーを採用する場合には、トップクリアランスを $100\mu m$ 以内に精度良く制御することは困難である。

【0006】 本発明の目的は、リニアモータを駆動源とする往復機構の制御装置において、MRセンサー等の変位検出器から得られる離散位置データに基づいて、変位検出器自体が有する分解能よりも高精度の変位測定を実現し、往復出力部を精度良く位置制御することである。

【0007】

【課題を解決する為の手段】 本発明に係るリニアモータ駆動往復機構の制御装置は、往復出力部の変位を検知して該変位を離散位置データとして出力する変位検出器

と、変位検出器から出力される離散位置データに基づいて往復出力部の上死点を検知する上死点検知手段と、検知された上死点に応じてリニアモータを制御するモータ制御手段とを具え、上死点検知手段は、変位検出器から出力される離散位置データに基づいて、往復出力部の変位の時間的変動を正弦波で近似したときの正弦波のピーク点を導出し、該ピーク点を往復出力部の上死点として検知する。ここで、リニアモータ駆動往復機構の往復出力部とは、リニアモータによって往復駆動される機構部分であって、例えばリニアコンプレッサにおいてはピストンである。

【0008】上記制御装置は、リニアモータによって駆動される往復出力部の変位が正弦波状に変動することを利用して、往復出力部の上死点を精度良く推定するものである。即ち、変位検出器からは一定周期で離散位置データが出力されるため、これらの離散位置データの最大値をとったとしても、該位置データは、往復出力部の真の上死点に対して、変位検出器の分解能(例えば $100\mu\text{m}$)を最大とする誤差を有することになる。しかしながら、リニアモータによって駆動される往復出力部の変位は正弦波を描いて変動するので、変位検出器から得られる一連の離散位置データは、高い精度で正弦波上にプロットされることとなる。従って、これらの離散位置データによって、往復出力部の変位の時間的変動を表わす正弦波を規定することが可能であり、該正弦波のピーク点を往復出力部の真の上死点として検知することが出来るのである。

【0009】具体的構成において、変位検出器は、往復出力部が所定の原点位置を通過する時点の離散位置データを零基準値として出力するものであって、例えば、N極とS極が交互に着磁されたマグネット板に対し、磁気抵抗効果型素子に対向配備したMRセンサーを採用することが出来る。変位検出器から得られる一連の離散位置データから前記正弦波を導出する手法としては、フーリエ変換などの周知の手法が採用出来るが、変位が高調波成分の少ない正弦波を描いて変動する場合、下記手法が簡易であり、且つ高精度の結果が得られる。

【0010】即ち、変位検出器から出力される離散位置データが、零基準値を負側から正側へクロスした後、再度、零基準値を負側から正側へクロスするまでの期間内で、離散位置データが所定の基準変位値を越えているかどうかを判断して、該基準変位値を超える離散位置データの個数を計数する。ここで、前記期間内に得られる離散位置データの総数と、基準変位値を超える離散位置データの個数との比は、正弦波のピーク点(上死点)における変位と、基準変位値との比によって、一義的に決まる。従って、基準変位値を超える離散位置データの個数を計数すれば、該計数値、前記期間内に得られる離散位置データの総数、及び基準変位値に基づいて、ピーク点における変位を算出することが出来る。

【0011】具体的には、基準変位値 Std_ST 、離散位置データの出力周期 SampT 、正弦波の周波数 Freq 、及び離散位置データの計数値 k に基づいて、下記数2によって、ピーク点における変位 Max_ST を算出することが出来る。

【数2】 $\text{Max_ST} = \text{Std_ST} / \sin(\pi / 2 - \text{SampT} \cdot \pi \cdot \text{Freq} \cdot k)$

【0012】尚、前記期間内における離散位置データの最大値が、前記基準変位値を下回っているときは、往復出力部に対する位置制御の精度が多少低くとも、往復出力部が限界位置を越える虞はないので、上記数2によるピーク点の変位の算出は省略して、前記最大値を往復出力部の上死点として検知することが可能である。これによって、演算処理の高速化を図ることが出来る。

【0013】

【発明の効果】本発明に係るリニアモータ駆動往復機構の制御装置によれば、MRセンサー等の変位検出器から得られる離散位置データに基づいて、変位検出器自体が有する分解能よりも高精度の変位測定を実現し、往復出力部を精度良く位置制御することが出来る。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明をリニアコンプレッサに実施した形態につき、図面に沿って具体的に説明する。本発明に係るリニアコンプレッサ(1)は、図3に示す如く、円筒状のケーシング(10)の上端部及び下端部に夫々設けられた一対のシリンダー(11a)(11b)と、シリンダー(11a)(11b)内に夫々嵌挿された一対のピストン(12a)(12b)とを具え、ピストン(12a)(12b)のヘッドとシリンダー(11a)(11b)の上壁の間には、一対の圧縮室(13a)(13b)が形成されている。又、各シリンダー(11a)(11b)には、圧縮室(13a)(13b)内のガス圧に応じて開閉する吸入バルブ(14a)(14b)と吐出バルブ(15a)(15b)が取り付けられている。

【0015】一対のピストン(12a)(12b)は夫々、1本のロッド(16)の一方の端部及び他方の端部に連結されており、該ロッド(16)は、一対の軸受け(17a)(17b)及びコイルばね(18a)(18b)によって、ケーシング(10)及びシリンダー(11a)(11b)内を往復動自在に支持されている。

【0016】また、リニアコンプレッサ(1)は、ピストン(12a)(12b)を往復駆動するためのリニアモータ(20)を具えている。該リニアモータ(20)はボイスコイルモータであって、ヨーク部(10a)及び永久磁石(21)を含む固定部と、コイル(23)及び円筒状の支持部材(24)を含む可動部とを具えている。ヨーク部(10a)は、ケーシング(10)の一部を構成している。永久磁石(21)は、ヨーク部(10a)の内周壁に固定されている。支持部材(24)の一方の端部は、永久磁石(21)と本体胴部(12)の外周壁の間の円筒状空間に遊挿され、他方の端部はロッド(16)の中央部に連結されている。コイル(23)は、支持部材(24)の前記一方の端部に取り付けられ、永久磁石(21)に対向してい

る。

【0017】ロッド(16)の中央に突設したアーム(160)には、N極とS極が一定ピッチで交互に着磁されたマグネット板(42)が固定される一方、ケーシング(10)の内面に形成した突部(100)には、マグネット板(42)に対向して、MR素子(41)が取り付けられ、MR素子(41)及びマグネット板(42)によって変位センサー(4)が構成されている。該変位センサー(4)は、変位に応じたA相及びB相の出力と、ロッド(16)が一对のピストン(12a)(12b)の原点位置に達したときのZ相の出力を有し、 $100\mu\text{m}$ の分解能を発揮するものである。

【0018】上記リニアコンプレッサー(1)は、ピストン(12a)(12b)、ロッド(16)、コイル(23)、及び支持部材(24)の質量、圧縮室(13a)(13b)のガスのばね定数、コイルばね(18)のばね定数等から決まる共振周波数を有しており、該共振周波数は、通常、商用電力の周波数(例えば60Hz)付近に設定される。この共振周波数でリニアモータ(20)を駆動することにより、上下一対の圧縮室(13a)(13b)内で交互にガスを圧縮することが出来る。

【0019】図1に示す如く、リニアコンプレッサー(1)には、モータドライバ(3)、制御回路(5)及びセンサー信号処理回路(6)からなる駆動制御装置(2)が接続されている。モータドライバ(3)は、リニアコンプレッサー(1)のリニアモータに駆動電流Iを供給するものである。リニアコンプレッサー(1)のピストンの変位に応じて変位センサー(4)から出力される正弦波のセンサー信号Sは、センサー信号処理回路(6)に供給されて、方形波に変換された後、該方形波の個数がカウントされ、該カウント値に基づいて、ピストンの変位を表わす離散位置データPaが作成され、制御回路(5)に供給される。尚、前記カウント値は、変位センサー(4)から得られるZ相の信号に基づいてリセットされ、これによって、離散位置データPaは、ピストンの原点位置を零点とする変位を表わすことになる。この結果、制御回路(5)には、変位センサー(4)からのセンサー信号出力周期に応じたサンプリングタイムSampTで離散位置データPaが供給されることになる。制御回路(5)は、センサー信号処理回路(6)からの離散位置データPaに応じて制御信号 ϕ_c を作成し、該信号をモータドライバ(3)へ出力して、出力電流Iを制御する。ここで、方形波のカウントは、制御回路(5)に設けたカウンタによって行なう構成も採用可能である。

【0020】図2は、図1に示す制御回路(5)の主要部の構成を表わしている。図示の如く制御回路(5)は、位置指令値生成部(30)、位置・速度制御部(31)、電流指令値生成部(32)、位置・速度検出部(33)、上下死点検出部(34)、電流・速度位相差検出部(35)、電流ゲイン制御部(36)、振幅中立位置制御部(37)、及び周波数制御部(38)から構成されている。

【0021】位置・速度検出部(33)は、センサー信号処

理回路(6)から離散位置データPaを取り入れて、位置現在値Pnowとするとともに、位置現在値Pnowを微分して速度現在値Vnowを求める。

【0022】上下死点検出部(34)は、位置・速度検出部(33)から得られる一連の位置現在値Pnowに基づいて、ピストン(12a)(12b)の上死点と原点の間の上死点側振幅、及び下死点と原点の間の下死点側振幅を検出する。上死点側振幅及び下死点側振幅の検出は、位置指令Prefの1サイクルが終了する毎、即ち位置指令Prefがゼロクロス点($\rightarrow +$)を通過することに行なわれる。

【0023】電流・速度位相差検出部(35)は、位置・速度検出部(33)で生成された位置現在値Vnowと電流指令値生成部(32)で生成された電流指令値Irefとの位相差を検出する。位相差の検出は、位置現在値Pnowの1サイクルが終了するごと即ち位置現在値Pnowがゼロクロス点($\rightarrow +$)を通過することに行なわれる。

【0024】位置指令値生成部(30)は、メモリに格納されたサインテーブルと、振幅Aと、角周波数 ω と、シフト量Bと、式 $P_{ref} = A \sin \omega t + B$ (正弦関数)とに基づいて位置指令値Prefを生成し、生成した位置指令値Prefを位置・速度制御部(31)に与える。

【0025】位置・速度制御部(31)は、位置指令値生成部(30)で生成された位置指令値Prefと位置・速度検出部(33)で生成された位置現在値Pnowと偏差 $P_{ref} - P_{now}$ に基づいて速度指令値Vrefを生成し、更に速度指令値Vrefと位置・速度検出部(33)で生成された速度現在値Vnowとの偏差 $V_{ref} - V_{now}$ に基づいて速度制御値Vcを生成する。

【0026】電流指令値生成部(32)は、位置・速度制御部(31)で生成された速度制御値Vcと、電流ゲインGiと、式 $I_{ref} = G_i V_c$ とに基づいて電流指令値Irefを生成し、更に電流指令値Irefを制御信号 ϕ_c に変換してモータドライバ(3)に与える。モータドライバ(3)の出力電流Iの制御は、例えばPWM方式で行なわれる。

【0027】電流ゲイン制御部(36)は、上下死点検出部(34)で検出された上死点側振幅及び下死点側振幅を比較し、上死点側振幅及び下死点側振幅のうちのいずれか大きい方を最大振幅現在値Anowとし、この最大振幅現在値Anowが予め定められた最大振幅目標値Arefに一致するように電流指令値生成部(32)で用いられる電流ゲインGiの値をピストン(12a)(12b)の振動の1サイクルごとに制御する。また、電流ゲイン制御部(36)は、ピストン(12a)(12b)の振動の数回(例えば300)サイクルに1回、電流・速度位相差検出部(35)で検出された位相差が予め定められた許容値を越えているかどうかを判断し、越えている場合は電流指令値生成部(32)で用いられる電流ゲインGiの値を数%減少させる。このように位置・速度制御部(31)による位置・速度制御に加えて

最大振幅の制御を行ない、かつ周波数制御に先立って電流ゲイン G_i を数%減少させることにより、ピストン(12a)(12b)のヘッドとシリンダー(11a)(11b)の上壁との衝突を確実に回避することが出来る。

【0028】振幅中立位置制御部(37)は、上下死点検出部(34)で検出された上死点側振幅及び下死点側振幅を比較し、上死点側振幅と下死点側振幅の差が小さくなるように位置指令値生成部(30)で用いられるシフト量 B を位置指令値 P_{ref} の1サイクルが終了するごとに制御する。即ち振幅中立位置制御部(37)は、上死点側振幅の方が下死点側振幅よりも大きい場合はシフト量 B を負側(下方向)に補正し、上死点側振幅の方が下死点側振幅よりも小さい場合はシフト量 B を正側(上方向)に補正する。通常、シフト量 B はバルブの非対称性等の装置の特性によりほぼ一定になるため、シフト量 B の1回あたりの制御量は小さな値(例えば $1\mu m$)に設定されている。このようにシフト量 B を制御することにより、一对のピストン(12a)(12b)のトップクリアランスを同等に精度よく制御することができる。

【0029】周波数制御部(38)は、電流・速度位相差検出部(35)によって検出された位相差が予め定められた許容値を越えているかどうかを判断し、越えている場合は位相差がなくなるように位置指令値生成部(30)で用いられる角周波数 ω を補正する。位相差の補正は、電流ゲイン制御部(36)によって電流ゲイン G_i の値を数%減少するのとはほぼ同時に行なわれる。これにより、位相差の補正によって効率が改善され、ピストン(12a)(12b)の振幅が大きくなってピストン(12a)(12b)のヘッドがシリンダー(11a)(11b)の上壁に衝突することが防止される。

【0030】図4～図6は、図1で示した制御回路(5)の動作を示すフローチャートである。このフローチャートに従って、図1～3に示すリニアコンプレッサ(1)及び駆動制御装置(2)の動作について説明する。

【0031】まず位置指令値生成部(30)で位置指令値 P_{ref} が生成され、位置・速度制御部(31)で速度制御値 V_c が生成され、位置・速度制御部(31)で制御信号 ϕ_c が生成される。モータドライバ(3)からリニアモータ(20)のコイル(23)に電流が供給されると、リニアモータ(20)の可動部が往復運動を開始して、ガスの圧縮が開始される。

【0032】図4のステップS1では、位置・速度検出部(33)によって離散位置データ P_a の読み込みが行なわれ、ステップS2では、位置・速度検出部(33)によって位置現在値 P_w 及び速度現在値 V_{now} が算出される。ステップS3では、位置・速度制御部(31)によって速度制御が行なわれる。即ち、位置・速度制御部(31)は、速度指令値 V_{ref} と速度現在値 V_{now} との偏差に基づいて速度制御値 V_c を生成し電流指令値生成部(32)に与える。

【0033】ステップS4では、電流指令値生成部(32)

によって速度制御値 V_c と電流ゲイン G_i の積である電流指令値 I_{ref} が生成され、ステップS5において電流指令値生成部(32)から電流指令値 I_{ref} に応じた電流指令データ即ち制御信号 ϕ_c がモータドライバ(3)に出力される。ステップS6にて、制御回路(5)に含まれる第1カウンタ(図示せず)のカウンタ値がインクリメント(+1)され、ステップS7において第1カウンタのカウンタ値が設定値(例えば3)に到達したか否かが判断される。

【0034】ステップS7にて第1カウンタのカウンタ値が設定値に到達していた場合は、ステップS8に移行し、位置指令値生成部(30)において位置補正量及び周波数設定値に基づいて振幅 A 及び角周波数 ω が生成され、更に、サインテーブル、振幅 A 、シフト量 B 及び角周波数 ω に基づいて、位置指令値 $P_{ref} = A \sin \omega t + B$ が生成される。ステップS9では、位置・速度制御部(31)によって位置制御が行なわれる。即ち位置・速度制御部(31)は、位置指令値 P_{ref} と位置現在値 P_{now} の偏差に基づいて速度指令値 V_{ref} を生成する。位置制御が終了した後、ステップS10にて第1カウンタのカウンタ値がリセットされる。

【0035】ステップS7において第1カウンタのカウンタ値が設定値に到達していない場合は、ステップS8～S10は実行されない。次いでステップS11にて位置指令値 P_{ref} の1サイクルが終了したか否かが判断される。

【0036】ステップS11において位置指令値 P_{ref} の1サイクルが終了したと判断した場合は、図5のステップS12～S17に移行し、上下死点検出部(34)によって、位置・速度検出部(33)から得られる位置現在値 P_{now} に基づいてピストン(12a)(12b)の上死点側振幅及び下死点側振幅が算出される。

【0037】図7は、該算出手続きの原理を表わしている。センサー信号処理回路(6)からは、図示の如く一定のサンプリングタイム $SampT$ で離散位置データが得られ、これらのデータは、一定周波数 $Freq$ を有する正弦波を描くことになる。ここで、離散位置データが負の値から正の値へクロスした後、正の値から負の値へゼロクロスするまでの $T/2$ 周期内で所定の基準ストローク Std_ST を越える期間を t 、該期間 t に対応する円座標上の角度を θ 、該期間 t 内に得られる離散位置データの個数を k とした場合、図中の角度 θ' と、基準ストローク Std_ST と、上死点位置における変位 Max_ST との間には、下記数3の関係が成り立つ。

【0038】

$$\text{【数3】 } \sin \theta' = Std_ST / Max_ST$$

従って、角度 θ は下記数4で表わすことが出来る。

$$\text{【数4】 } \theta = (\pi / 2 - Std_ST / Max_ST) \times 2$$

【0039】又、前記期間 t は、角度 θ を用いて下記数5で表わすことが出来る。

【数5】 $t = \theta / (2\pi \cdot \text{Freq})$

【0040】数5の θ に数4を代入し、 $t = k \times \text{SampT}$ の関係式を用いて、式を整理すると、下記数6が得られる。

【数6】 $\text{Max_ST} = \text{Std_ST} / \sin(\pi / 2 - \text{SampT} \cdot \pi \cdot \text{Freq} \cdot k)$

【0041】従って、基準ストローク Std_ST 、サンプリングタイム SampT 、正弦波の周波数 Freq 、及び離散位置データの個数 k に基づいて、上記数6によって、上死点における変位 Max_ST を算出することが出来るのである。

【0042】そこで、先ず図5のステップS12にて、上死点側のカウンタ値が0を越えているかどうかを判断し、ノーのときはステップS13に移行して、位置現在値の最大値を最大ストローク(上死点側振幅)とする。又、ステップS12にてイエスと判断されたときは、ステップS14に移行し、上記数6を用いて上死点における変位(最大ストローク) Max_ST を算出する。次にステップS15では、下死点側のカウンタ値が0を越えているかどうかを判断し、ノーのときはステップS16に移行して、位置現在値の最小値を最小ストローク(下死点側振幅)とする。又、ステップS15にてイエスと判断されたときは、ステップS17に移行し、上記数6を用いて下死点における変位(最小ストローク) Max_ST を算出する。

【0043】その後、ステップS18では、上死点側振幅と下死点側振幅の大小関係が比較され、上死点側振幅の方が下死点側振幅より大きい場合は、ステップS19に移行し、振幅中立位置制御部(37)によってシフト量 B の補正量として負の補正量が設定され、ステップS20では、最大振幅現在値 A_now として上死点側振幅が設定される。

【0044】ステップS18における大小比較の結果、下死点側振幅の方が上死点側振幅より大きい場合は、ステップS21に移行し、振幅中立位置制御部(37)によってシフト量 B の補正量として正の補正量が設定され、ステップS22では、最大振幅現在値 A_now として下死点側振幅が設定される。ステップS23において電流ゲイン制御部(36)によって最大振幅現在値 A_now が最大振幅目標値 A_ref に一致するように電流ゲイン G_i が制御、設定された後、ステップS24に移行し、上下死点検出部(34)において位置現在値 P_now の最大値及び最小値がリセットされる。続いて、ステップS25では、上死点側のカウンタをリセットすると共に、下死点側のカウンタをリセットする。

【0045】一方、図4のステップS11にて位置指令値 P_ref の1サイクルが終了しなかったと判断した場合は、ステップS12～S25は実行されない。次いでステップS26では、上下死点検出部(34)において位置現在値 P_now の最大値及び最小値の検出・保持が行な

われる。

【0046】その後、図6のステップS27に移行して、位置現在値が上死点側基準ストロークを越えているかどうかを判断し、イエスのときはステップS28にて上死点側カウンタをインクリメントした後、ノーのときはステップS28を実行することなく、ステップS29に移行する。ステップS29では、位置現在値が下死点側基準ストロークを越えているかどうかを判断し、イエスのときはステップS30にて下死点側カウンタをインクリメントした後、ノーのときはステップS30を実行することなく、ステップS31に移行する。

【0047】ステップS31では、位置現在値 P_now の1サイクルが終了したか否かが判断される。ここで、位置現在値 P_now の1サイクルが終了したと判断された場合は、ステップS32に移行し、電流・速度位相差検出部(35)によって電流指令値 I_ref と速度現在値 V_now の位相差が検出される。次に、ステップS33において第2カウンタ(図示せず)のカウンタ値がインクリメントされ、ステップS34において第2カウンタのカウンタ値が設定値(300)に到達したか否かが判断される。

【0048】ステップS34において第2カウンタのカウンタ値が設定値に到達したと判断された場合は、ステップS35に移行し、電流指令値 I_ref と速度現在値 V_now の位相差が許容値以内か否かが判断される。ステップS35にて許容値以内でないと判断された場合は、ステップS36に移行し、周波数制御部(38)によって位置指令値 P_ref の周波数の制御・設定が行なわれ、ステップS37では、電流ゲイン制御部(36)によって電流指令値 I_ref の電流ゲイン G_i が数%削減される。ステップS35において位相差が許容値以内であると判断された場合は、ステップS36、S37は実行されない。

【0049】次いでステップS38において第2カウンタのカウンタ値がリセットされる。ステップS31にて位置現在値 P_now の1サイクルが終了していないと判断された場合は、ステップS32～S38は実行されない。ステップS34において第2カウンタのカウンタ値が設定値に到達していないと判断された場合は、ステップS35～S38は実行されない。その後、ステップS39において制御手続きを終了するか否かが判断され、イエスの場合は手続きを終了し、ノーの場合は、再び図4のステップS1に戻って、同様の手続きを繰り返す。

【0050】上記手続きによれば、数6を用いた簡易な演算によって迅速に上死点側振幅及び下死点側振幅を算出することが出来、図1に示す制御回路(5)によるリニアモータの制御に供することが出来る。又、離散位置データが上死点側及び下死点側の基準ストロークを越えないときは、数6の演算を省略して、位置現在値の最大値及び最小値を夫々上死点側振幅及び下死点側振幅とする

ので、演算時間が更に短縮される。

【0051】尚、本発明の各部構成は上記実施の形態に限らず、特許請求の範囲に記載の技術的範囲内で種々の変形が可能である。例えば、上記実施の形態では、電流・速度位相差検出部(35)において電流指令値 I_{ref} と速度現在値 V_{now} の位相差を検出し、この位相差が無くなるように位置指令値 P_{ref} の周波数を制御したが、これに限るものではなく、位置指令値 P_{ref} と位置現在値 P_{now} の位相差を検出し、この位相差が 90° になるように位置指令値 P_{ref} の周波数を制御してもよい。又、本発明は、図2に示す如き2ピストン型のリニアコンプレッサに限らず、1ピストン型のリニアコンプレッサに実施することも可能であって、この場合には、図4～図7に示す手続きの上死点側についての演算処理のみを実行すればよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るリニアコンプレッサの駆動制御装置の構成を表わすブロック図である。

【図2】駆動制御装置を構成する制御回路のブロック図である。

【図3】リニアコンプレッサの構造を表わす断面図で

ある。

【図4】制御回路の制御手続きを表わすフローチャートである。

【図5】図4の第1の分図である。

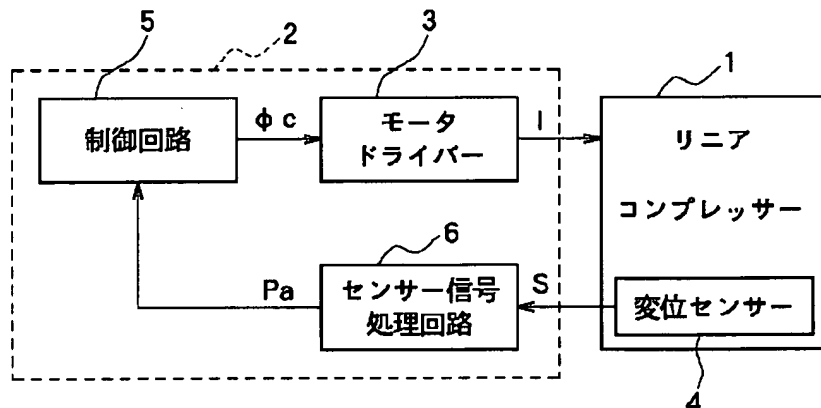
【図6】図4の第2の分図である。

【図7】上下死点算出の原理を説明する図である。

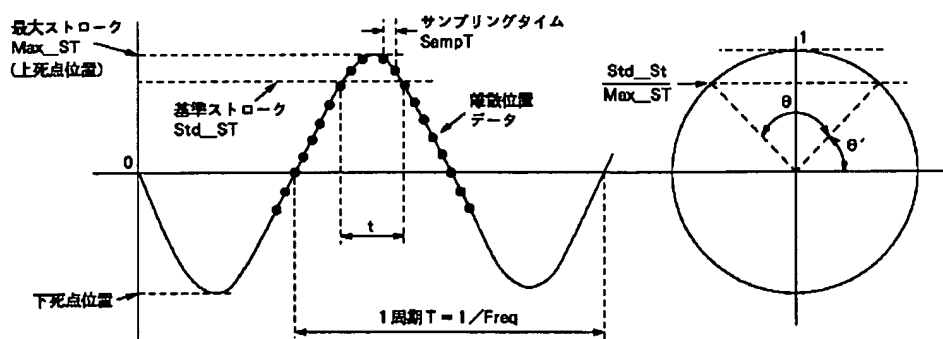
【符号の説明】

- (1) リニアコンプレッサ
- (2) 駆動制御装置
- (3) モータドライバ
- (4) 変位センサー
- (41) MR素子
- (42) マグネット板
- (5) 制御回路
- (6) センサー信号処理回路
- (34) 上下死点検出部
- (20) リニアモータ
- (11a)(11b) シリンダー
- (12a)(12b) ピストン
- (13a)(13b) 圧縮室
- (16) ロッド

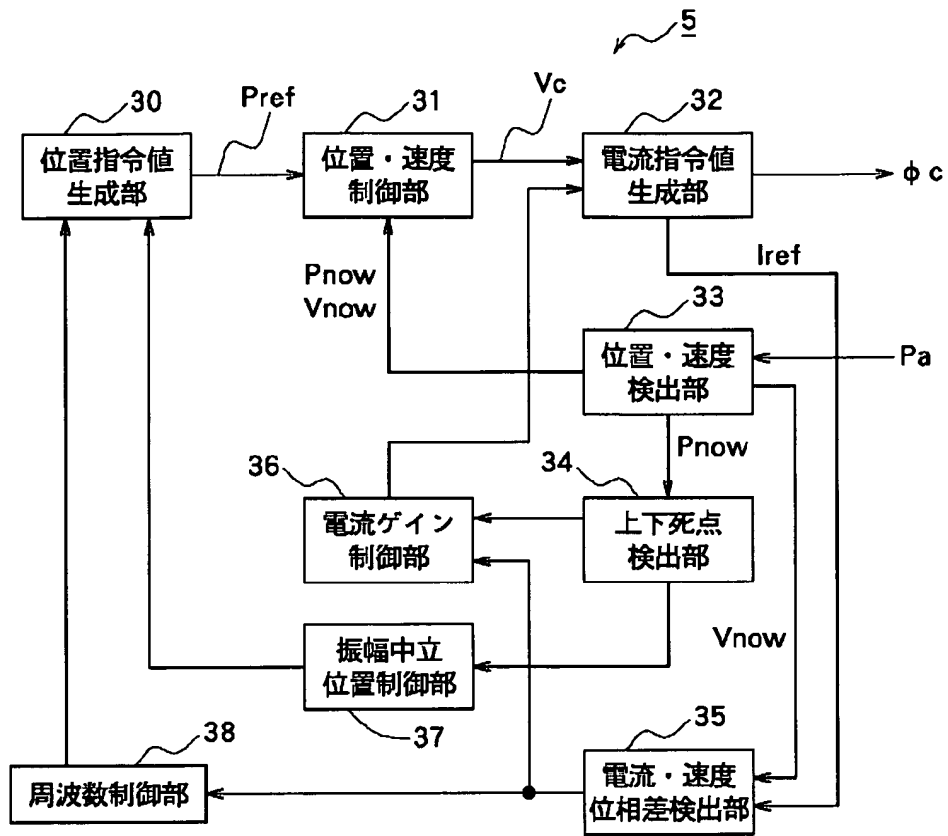
【図1】



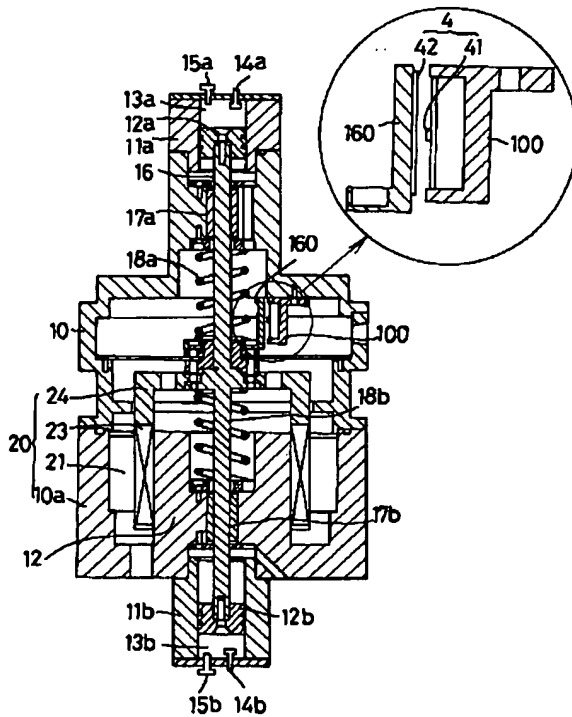
【図7】



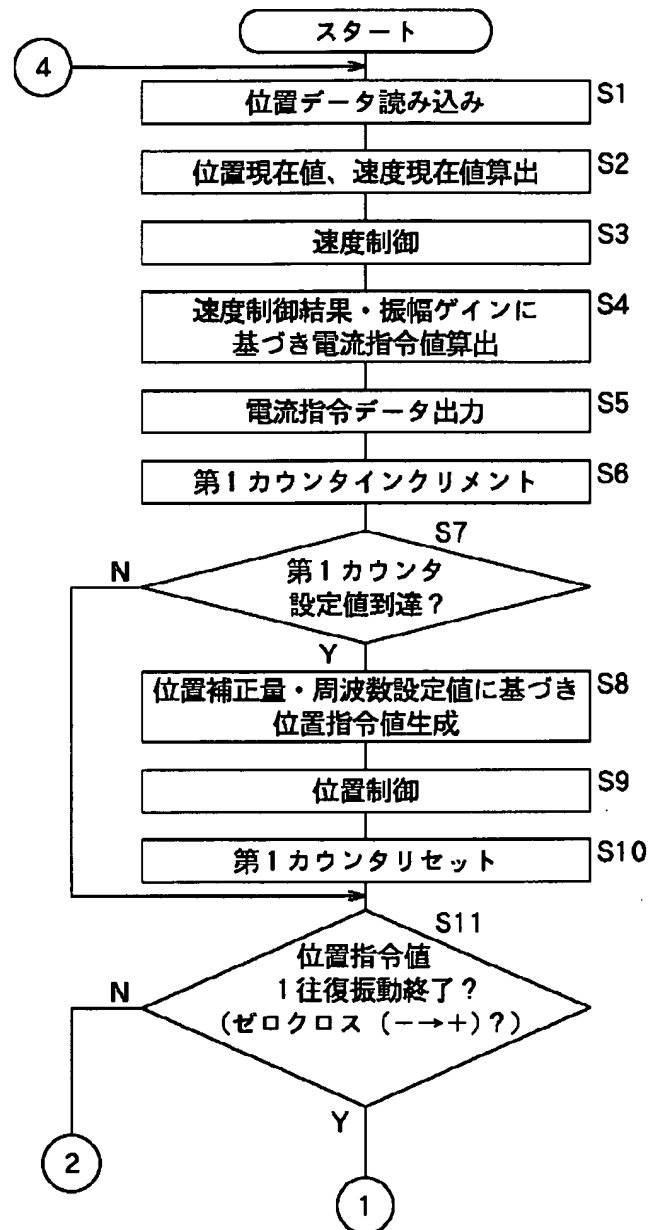
【図2】



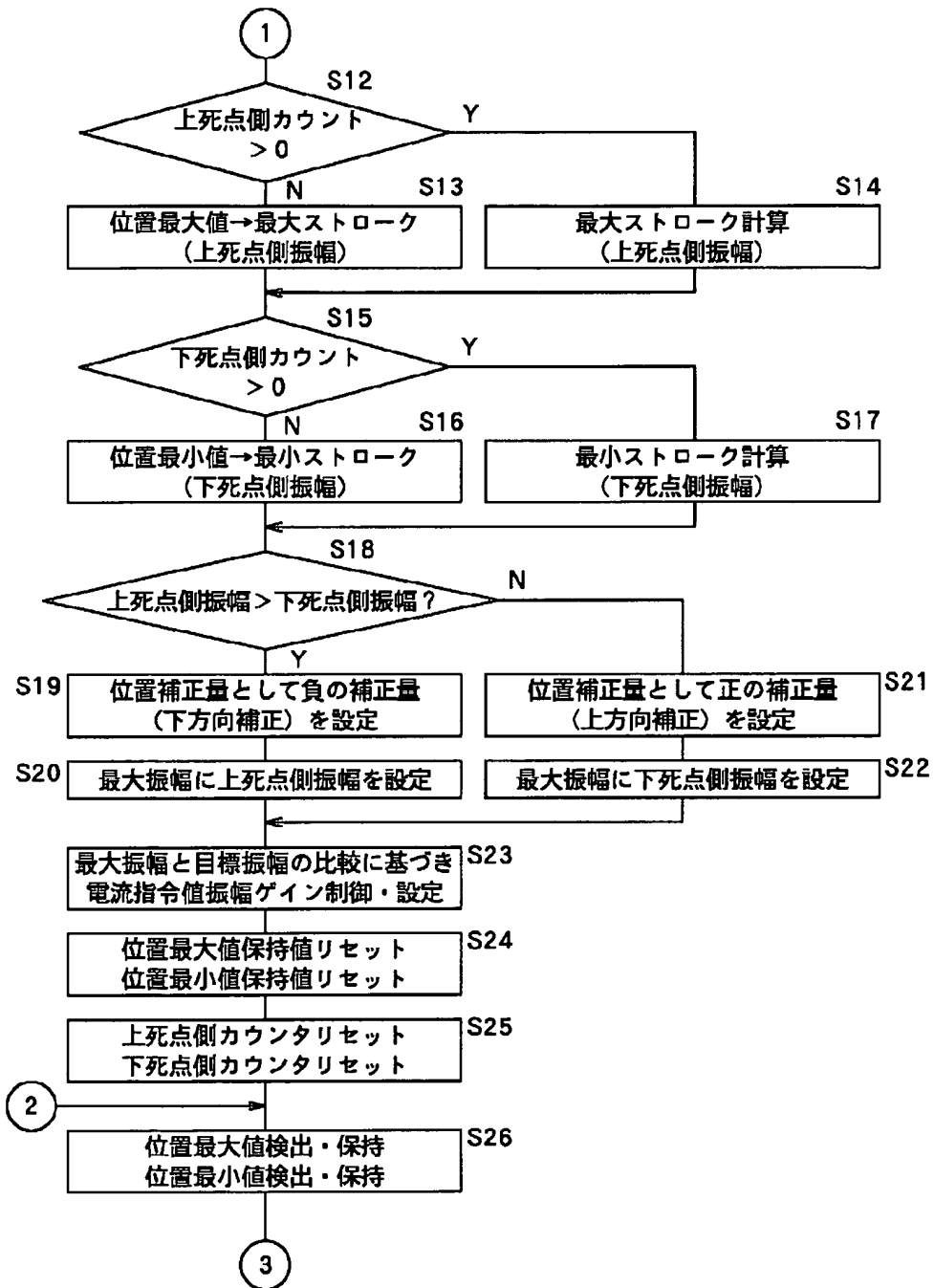
【図3】



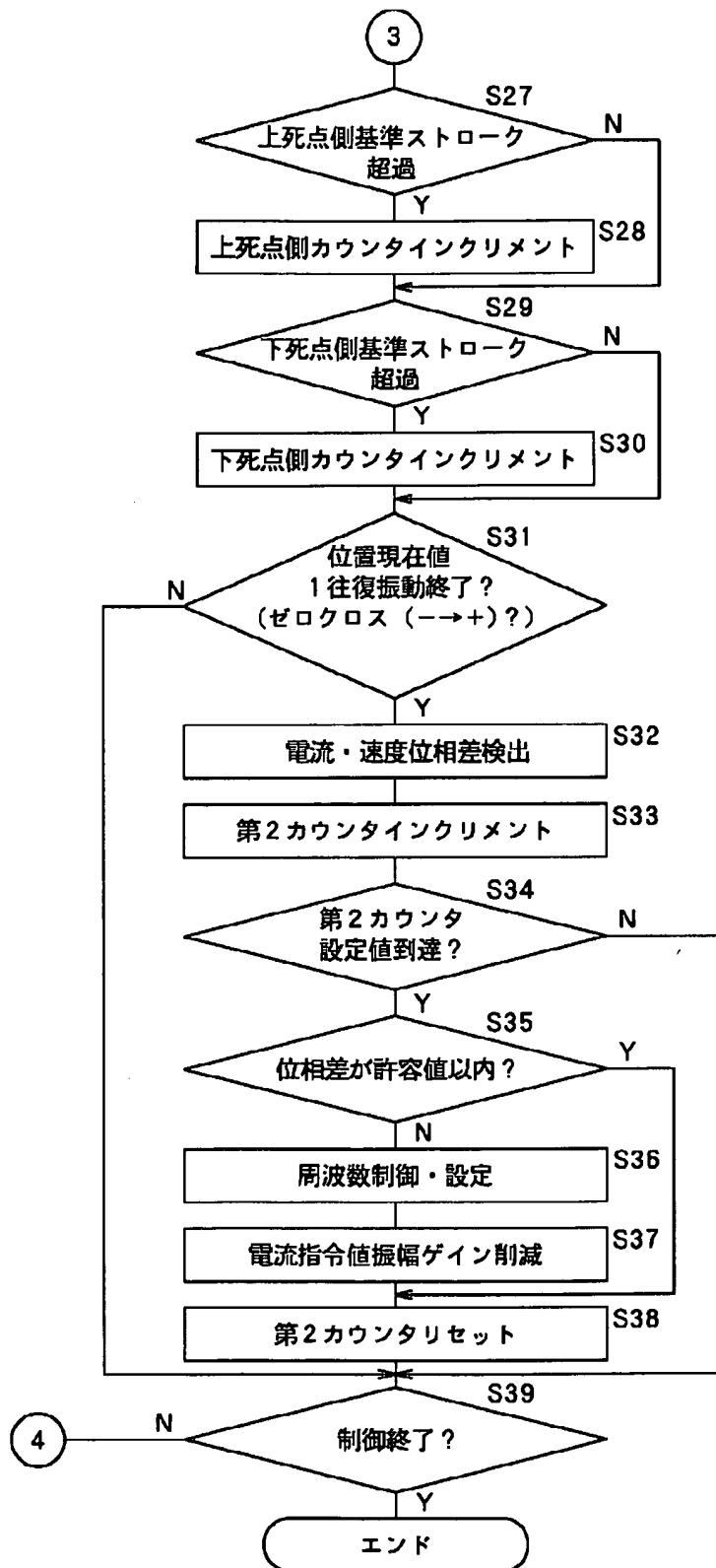
【図4】



【図5】



【図6】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.